

УДК 622.276 (476)

ОБЗОР НОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ИЗОЛЯЦИИ ВОДОПРИТОКА, ВНЕДРЕННЫХ НА НЕФТЯНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЯХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Лымарь И.В.

*Белорусский научно-исследовательский и проектный институт нефти
(БелНИПИнефть), г. Гомель, Республика Беларусь
e-mail: Lymarig@gmail.com*

Аннотация. *Приведен краткий обзор новых технологий изоляции водопритока, разработанных в БелНИПИнефть и опробованных в скважинах нефтяных месторождений Республики Беларусь. Рассмотрены результаты опытно-промысловых испытаний водоизолирующих составов на основе химреагентов «ГПАН», «ОВП-1» и «АКОР-БН102», а также нового метода селективной изоляции и комплексной технологии. Показано, что применение разработанных технологий позволяет значительно увеличить технико-экономические показатели водоизоляционных работ.*

Ключевые слова: *водоизоляционные работы, водоизолирующие составы, тампонажный материал, селективная изоляция, комплексная технология, технико-экономические показатели*

Залежи нефтяных месторождений Республики Беларусь в основной своей массе приурочены к отложениям девонской системы и представлены на 85 - 90 % карбонатными породами (подсолевой и межсолевой комплексы). Глубины их залегания изменяются от 2000 до 4000 м. Средние значения эффективных толщин находятся в пределах 10 - 120 м, пластовых температур – 50 - 90 °С. Минерализация попутных и пластовых вод изменяется от 140 до 340 г/л.

Крупнейшие нефтяные месторождения находятся на завершающей стадии разработки, характеризующейся нарастанием негативных факторов, обусловленных как объективными, так и субъективными причинами: неравномерной выработкой запасов, ростом обводненности добываемой продукции, увеличением доли трудноизвлекаемых запасов, старением и износом фонда добывающих и нагнетательных скважин и т.д.

Для компенсации безвозвратных потерь, снижения темпов падения добычи нефти и активизации выработки запасов проводится большой комплекс геолого-технологических мероприятий, важнейшая роль при этом отводится водоизоляционным работам (ВИР).

Ежегодно на залежах крупных месторождений Республики Беларусь преждевременно обводняются 20 - 30 скважин, что требует проведения ВИР по отсечению обводнившихся интервалов, ликвидации заколонных перетоков и селективной водоизоляции.

Сложный характер горно-геологических условий залегания нефтяных залежей, фильтрационно-емкостная неоднородность пластов-коллекторов, широкий спектр физико-химических свойств нефтей и пластовых вод зачастую не позволяют применять многие известные технологии водоизоляции. В связи с этим в БелНИПИнефть реализуется целенаправленная программа научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, ведется поиск, тестирование, адаптация и внедрение наиболее прогрессивных зарубежных, а также разработка и внедрение собственных технологий.

Главными задачами совершенствования технологий ВИР являются снижение стоимости и повышение эффективности работ. Исследования проводятся по двум основным направлениям: внедрение новых водоизолирующих составов (ВИС) и разработка различных технологических схем и приемов [5].

По первому направлению выполнен большой комплекс работ в области разработки, адаптации и внедрения ВИС, отвечающих специфическим геолого-техническим и физико-химическим условиям нефтяных месторождений Республики Беларусь. В рамках широкомасштабных работ были определены основные требования, которым должны отвечать ВИС (табл. 1), испытаны десятки химреагентов и ВИС на их основе [5, 7].

По принятой в БелНИПИнефть практике ВИС исследуются в три этапа: лабораторные, модельные и опытно-промысловые испытания.

Лабораторные исследования проводятся по одной из двух методик в зависимости от механизма образования тампонажных материалов (ТМ).

Гелеобразующие ВИС после приготовления помещаются в термошкаф и выдерживаются при пластовой температуре (60 - 80 °С). Далее оцениваются следующие показатели: время гелеобразования, структурно-механические и адгезионные характеристики ТМ, характер изменения механических и адгезионных параметров при контакте с пластовой (минерализованной) водой и кислотами, стабильность (отсутствие усадки и синерезиса) в условиях моделирующих пластовые.

Осадкообразующие ВИС после приготовления смешиваются с осадителем (инициатором осадкообразования), помещаются в термошкаф и выдерживаются при пластовой температуре (60 - 80 °С). При этом определяются: объем образовавшегося осадка до и после центрифугирования, структурные характеристики образующегося осадка, характер их изменения при контакте с пластовой (минерализованной) водой и кислотами, стабильность (изменение объема и свойств осадка во времени) в условиях моделирующих пластовые.

Осадкообразующие ВИС испытываются также методом «наслаивания» на исследуемые ВИС равных объемов осадителя (инициатора осадкообразования). После выдержки при пластовой температуре (60 - 80 °С) определяются структурно-механические характеристики ТМ, образующегося на границе раздела.

Таблица 1. Основные характеристики ВИС и образуемых ими тампонажных материалов (ТМ), отвечающие условиям нефтяных месторождений Республики Беларусь

Наименование параметров ВИС и ТМ	Характеристика и величина параметра
Вязкость	Возможность регулирования вязкости в пределах 10 - 150 мПа·с
Структурные особенности и деформационно-прочностные характеристики (ДПХ)	Прочная, гомогенная и эластичная структура во всем объеме ТМ. Высокие ДПХ ТМ, обеспечивающие снижение проницаемости крупных трещин диаметром 1 - 3 мм не менее чем в три раза. Отсутствие растрескивания ТМ при разбурировании цементного моста, нагрузке и вибрации при работе насосных установок, колебаниях давлений. Кислотостойкость образуемого ТМ.
Стабильность в пластовых условиях	Стабильность ТМ (отсутствие усадки и синерезиса) в пластовых условиях при контакте с высокоминерализованными водами в течение длительного периода (более 300 сут).
Адгезия	В случае образования гомогенной структуры – высокая адгезия ТМ к породе, цементному камню и металлу. Отсутствие адгезии при образовании ТМ в виде осадка.
Технологичность	Возможность регулирования плотности в пределах 1 - 1,2 г/см ³ . Достаточная диффузия для быстрого перемешивания с отвердителем (осадителем, сшивателем). Возможность введение модификаторов и наполнителей. Малокомпонентность, транспортабельность, удобство при перетаривании, хранении и др. Технологичность при приготовлении и применении. Регулируемый и достаточный для закачки в пласт всего запланированного объема ВИС индукционный период структурообразования. Малая адгезия ВИС к поверхности деталей нефтепромышленного оборудования. Хранение, транспортировка, приготовление и применение в условиях низких температур (зимний период).
Безопасность	Безопасность при транспортировке, приготовлении, применении: низкая токсичность (класс опасности – не ниже 3), трудновоспламеняемость и т.п. Экологическая безопасность.
Технико-экономические	Наличие поставщиков и невысокая стоимость

Модельные исследования проводятся на установке УИПК с использованием насыпных (молотая порода) водонасыщенных моделей пласта.

Методика проведения исследований. Прямой прокачкой через модель прокачивается пластовая вода ($\rho = 1,13 - 1,17$ г/см³) с целью определения коэффициента проницаемости. Далее закачивается оторочка(и) исследуемых ВИС (составы

с контактным механизмом образования ТМ и растворы осадителя или инициатора гелеобразования разделяются буферной жидкостью). Модель выдерживается при пластовой температуре в течение определенного программой исследований времени, после чего через модель обратной прокачкой закачивается пластовая вода.

Поровый объем модели пласта определяется по объему пластовой воды, вошедшей в модель при вакуумировании.

Критериями для оценки эффективности ВИС являются: изменение проницаемости модели пласта и давления при закачке воды и ВИС.

Выполненные исследования позволили установить, что ВИС на основе химреагентов «АКОР-БН102», «ГПАН» и «ОВП-1» в большей мере из испытанных отвечают необходимым требованиям [4 - 6].

«ГПАН» и «ОВП-1» (ограничитель водопритока первый) – новые отечественные химреагенты для изоляции водопритока [2 - 5]. «ГПАН» представляет собой гидролизованный полиакрилонитрил с модифицирующими добавками фруктозы и сульфанола. «ОВП-1» – щелочной гидролизат технологических отходов полиакрилонитрильного (ПАН) волокна, модифицированный специальными добавками. В качестве сырья для его изготовления используют отходы волокна технического «Нитрон» и химических волокон (КНОПС), поставщиком которых являются белорусские предприятия ОАО «Полимир» и ОАО «Белфа».

«АКОР-БН102» – разработанное НПФ «Нитпо» кремнийорганическое соединение с различными модифицирующими добавками [7].

Результаты модельных испытаний новых ВИС представлены на рис. 1 - 3.

Как видно из рис. 1 - 3, новые ВИС обеспечивают качественную изоляцию высокопроницаемых водонасыщенных моделей пласта [3, 5, 8]. При этом наилучшие водоизолирующие свойства продемонстрировал ВИС на основе «АКОР-БН102» – коэффициент проницаемости снизился на 99,7 %, градиент давления достиг 2,1 - 2,3 МПа/м. При обработке моделей составами на основе химреагентов «ОВП-1» и «ГПАН» снижение проницаемости составило 93,1 и 97 % соответственно. Более высокие водоизолирующие свойства ВИС на основе «АКОР-БН102» объясняются механизмом образования и структурой ТМ. Так, растворы «АКОР-БН102» относятся к гелеобразующим составам, формирующим однородный ТМ во всем объеме ВИС. В свою очередь растворы на основе «ОВП-1» и «ГПАН» относятся к осадкообразующим ВИС, при взаимодействии с осадителями они образуют 15 - 30 % ТМ от объема реакционной смеси. Каждый из отмеченных видов ВИС имеет свои преимущества и недостатки. Так, значительно более дорогие составы на основе «АКОР-БН102» предпочтительно использовать при проведении сложных водоизоляционных работ со сравнительно небольшим расходом ВИС. В свою очередь «ОВП-1» и «ГПАН» следует применять при изоляции протяженных водонасыщенных мощностей или поглощающих пластов.

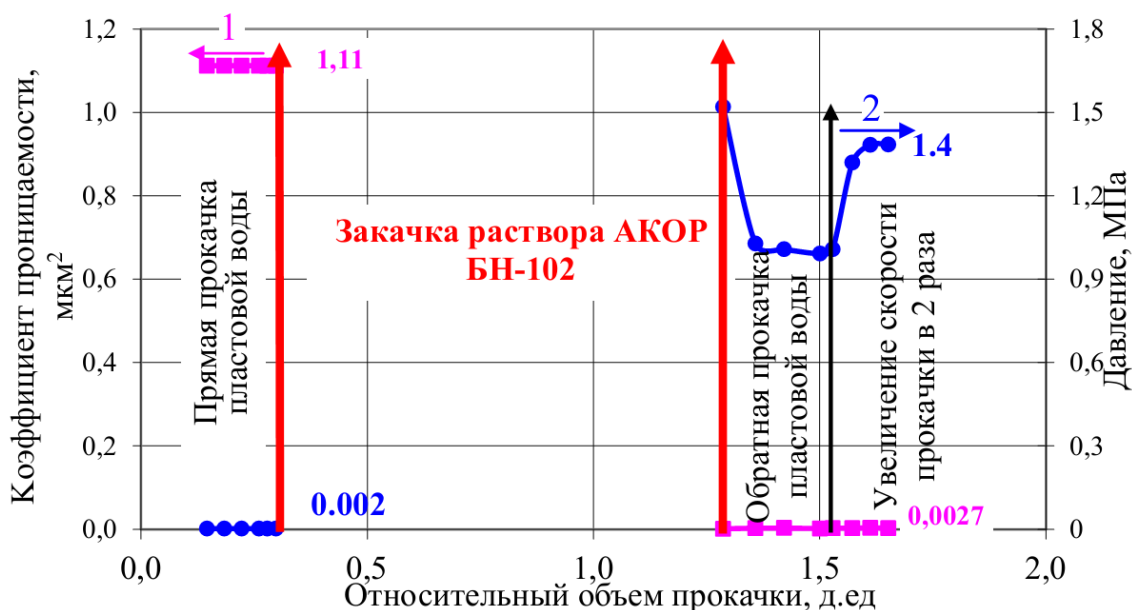


Рис. 1. Динамика изменения давления прокачки и проницаемости водонасыщенной модели пласта после ее обработки ВИС на основе «АКОР-БН102»:

1 – коэффициент проницаемости; 2 – давление закачки

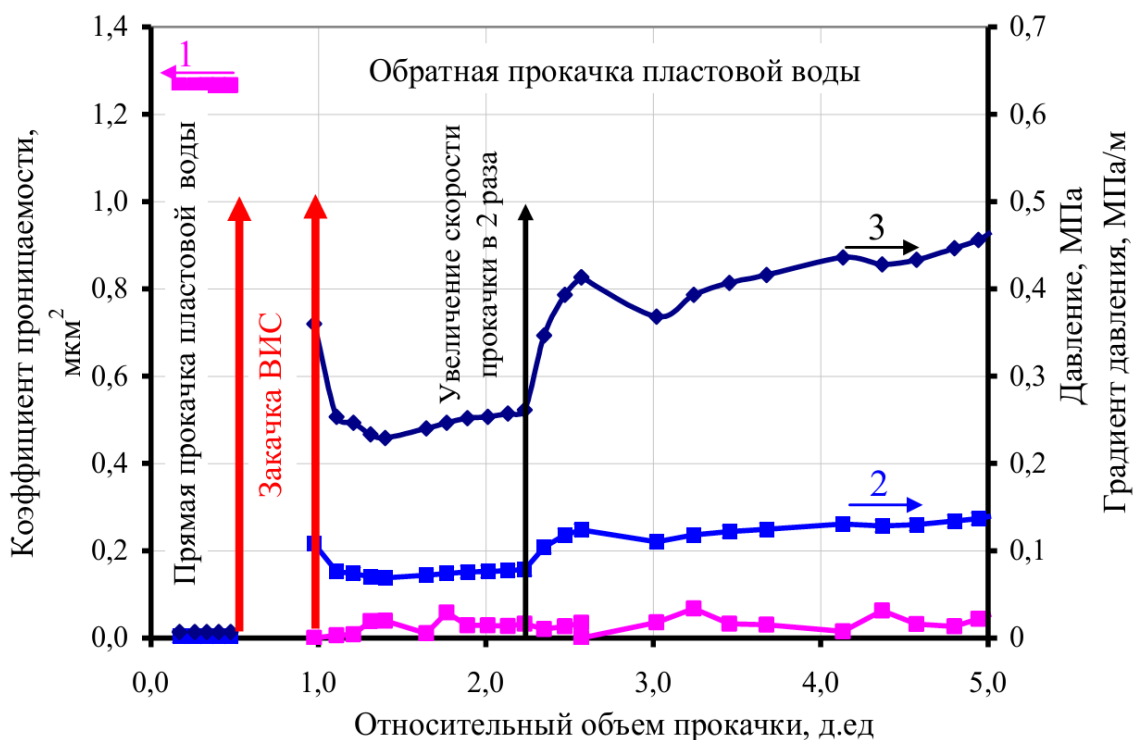


Рис. 2. Динамика изменения проницаемости, градиента давления и давления прокачки воды после закачки в водонасыщенную модель пласта ВИС на основе «ГПАН» и минерализованной воды ($\rho = 1,15 \text{ г/см}^3$):

1 – коэффициент проницаемости; 2 – давление закачки; 3 – градиент давления.

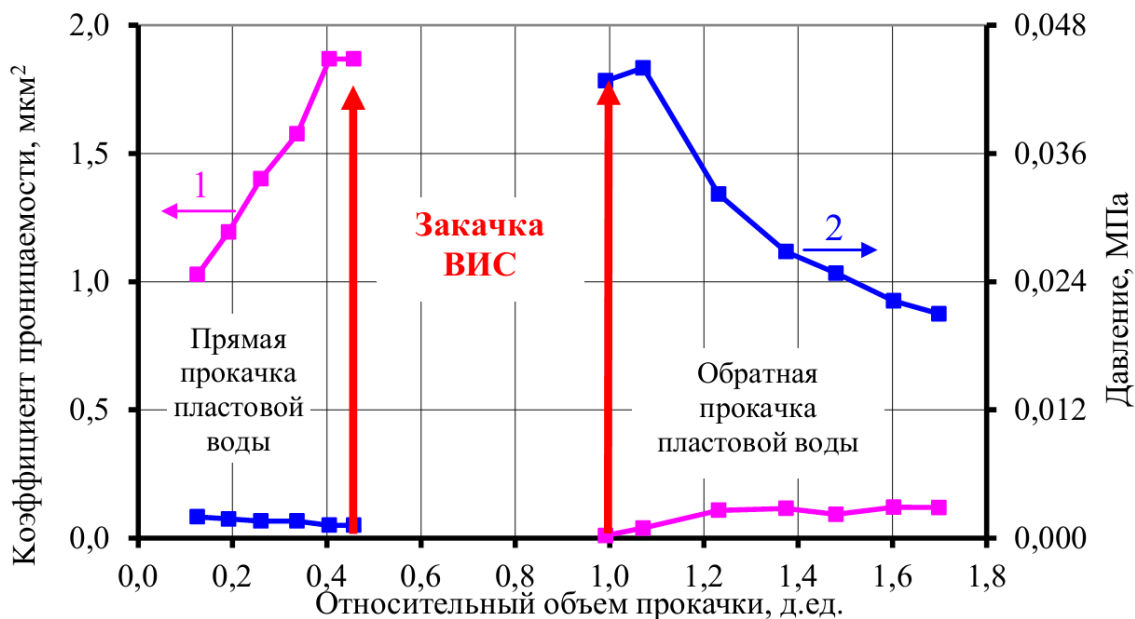


Рис. 3. Динамика изменения давления прокачки и проницаемости водонасыщенной модели пласта после обработки 50 %-ым водным раствором «ОВП-1»:

1 – коэффициент проницаемости; 2 – давление закачки.

Проведенные опытно-промысловые испытания новых ВИС подтвердили высокую эффективность предложенных технологий. Так, в рамках данного этапа работ было выполнено шесть скважино-операций [7]. Расход ВИС составил от 5 до 30 м³ на одну скважино-операцию. Все работы технологически и экономически успешны (табл. 2).

Таблица 2. Результаты опытно-промысловых работ при испытании новых ВИС

Основной компонент ВИС	№ скважины, месторождение	Вид работ *	Дополнительная добыча нефти на 01.05.2011 г., т	Средний прирост дебита нефти, т/сут
«АКОР-БН102»	36, Дубровское	ООИ	4891	3,4
	37, Дубровское	ООИ	13027	4,5
«ГПАН»	55, Малодушинское	ООИ	4556	2,8
	115, Южно-Осташковичское	ЛЗП	4866	3,9
«ОВП-1»	144 Южно-Сосновское	ЛЗП	17121	14,3
	57 Осташковичское	ООИ	38944	24,2

* – ООИ – отсечение обводненных интервалов
ЛЗП – ликвидация заколонных перетоков

Таким образом (табл. 2), суммарная дополнительная добыча от опытно-промысловых работ составила более 83 тыс. т, продолжительность эффекта до 3 лет. На 01.05.2011 г. по скважинам 37 Дубровского, 144 Южно-Сосновского и 57 Осташковичского месторождений эффект продолжается. Высокая успешность и эффективность опытно-промысловых работ позволили рекомендовать ВИС на

основе химреагентов «АКОР-БН102», «ГПАН» и «ОВП-1» к широкомасштабному промышленному внедрению. Необходимо отметить, что из-за финансово-технических проблем крупнотоннажное производство на базе ОАО «Гомельский химический завод» химреагента «ГПАН» так и не было организовано. Весь объем его выпуска ограничился опытной партией.

В области разработки новых технологических схем и приемов ВИР проведены испытания технологий селективной изоляции водопритока с использованием ВИС на основе химреагентов «АКОР-БН102», «ГПАН» и «ОВП-1» и закачки ВИС в пульсационном режиме.

Особенностью предложенной технологии селективной изоляции водопритока является применение ВИС неселективного действия [5, 7]. При этом, избирательное тампонирующее водонасыщенных интервалов обеспечивается фильтрационно-емкостными различиями водо- и нефтенасыщенных коллекторов. Так, при закачке жидкости в пласт из-за различий порогового значения градиента давления, приемистость каждого его интервала будет пропорциональна проницаемости, т.е. прежде всего закачиваемая жидкость должна поглощаться наиболее проницаемыми, уже выработанными и обводненными интервалами, и в меньшей мере – менее проницаемыми интервалами, еще содержащими нефть.

Данная технология отличается простотой реализации, низкой трудоемкостью, отсутствием сложных технологических операций, требующих привлечения специалистов высокого уровня, небольшой продолжительностью и стоимостью.

Впервые технология селективной изоляции водопритока была опробована в скважине 191g2 Речицкого месторождения, вскрывшей продуктивный пласт горизонтальным стволом. При проведении работ использовался целый комплекс технологий и ВИС, как применявшихся ранее, так и новых.

Они включали в себя:

– ВИС для снижения приемистости пласта: 10 м³ раствора КМЦ и 6 м³ вязкой буферной жидкости на основе ПАА;

– осадкообразующие ВИС: 90 м³ 50 %-ого раствора «Лигнопола» и 4,9 м³ раствора «ГПАН»;

– гелеобразующие ВИС: 17 м³ раствора ПАА ДР-9 (175 кг товарного) с 1,7 м³ Al₂(SO₄)₃ (0,35 т товарного) и 11,8 м³ раствора реагента «АКОР-БН102».

Всего в горизонтальный не обсаженный ствол протяженностью 199 метров было закачено 140 м³ растворов химреагентов. При этом давление закачки выросло с 0 до 9 МПа.

Перед проведением ВИР скважина два месяца отработала с дебитом по жидкости 81,5 м³/сут и 100 %-ой обводненностью. После работ была запущена в эксплуатацию с дебитом по жидкости 68 т/сут и обводненностью 83 %. Суммарная дополнительная добыча на 1.05.2011 г. составила более 13 тыс. т. нефти. Эффект продолжается.

Выполненные опытно-промысловые испытания технологии по изоляции водопритока в горизонтальном стволе скважины подтвердили не только эффективность предложенной технологии селективной водоизоляции в условиях залежей нефтяных месторождений Республики Беларусь, но и эффективность разработанных ВИС на основе химреагентов «ГПАН» и «АКОР-БН102» [5, 3].

В последующем по разработанной технологии селективной изоляции с использованием ВИС на основе химреагента «ОВП-1» было выполнено 7 скважино-операций. Проведенный технико-экономический анализ позволил установить, что применение новой технологии позволяет в среднем снизить стоимость скважино-операции в два раза и увеличить окупаемость ВИР в три раза.

Вторым перспективным направлением в области внедрения новых технологических приемов изоляции водопритока является опробованная в условиях скважин нефтяных месторождений Республики Беларусь технология закачки ВИС в режиме низкочастотного импульсного воздействия [6].

Необходимость проведения исследований в данном направлении обусловлена широким внедрением в промышленную практику ВИС с контактным механизмом образования ТМ на основе химреагентов: «гипан», жидкое стекло, «ГПАН», «ОВП-1» и т.п.

Технология ограничения водопритока с подобными ВИС включает последовательную порционную закачку в пласт растворов осадкообразователя и осадителя (сшивателя), разделенных буферной жидкостью. Частным случаем является реакция ВИС с пластовой водой. При этом предполагается, что в пласте происходит их перемешивание с образованием ТМ. Эффективность изоляции водопритока зависит от характера реакции реагентов и коэффициента перемешивания (массообмена) растворов осадкообразователя и осадителя, который определяет объем и скорость образования получаемого продукта реакции, перекрывающего каналы фильтрации.

Как известно, массообмен в поровом пространстве затруднен, поэтому осадок образуется, в основном, лишь на контакте растворов осадкообразователя и осадителя.

Одним из перспективных направлений повышения эффективности работ с осадкообразующими ВИС следует считать разработку комплексных технологий, включающих в себя различные методы воздействия.

Для активации массообмена в пористой среде, равномерности закачки по мощности пласта, увеличения объема образующегося ТМ, его прочности и адгезии к породе, была предложена технология закачки ВИС в пласт в режиме низкочастотного импульсного воздействия [1, 2, 6]. В рамках данной работы разработан и изготовлен опытный образец пульсатора В1 [9]. Данное устройство позволяет закачивать технологические жидкости в пласт в пульсационном режиме с частотой 0,5 - 5 Гц и амплитудой до 12 МПа [6].

Испытания новой технологии проведены в скважине 45 Дубровского месторождения. Функционально устройство пульсатора позволяет выполнять закачку технологических жидкостей в пласт, как в пульсационном режиме, так и без пульсаций. Поэтому, для сопоставления эффективности предложенной технологии с применяемой, 50 %-ый раствор химреагента «Лигнопол» и минерализованной воды, используемой в качестве осадителя, закачивался в пласт в двух режимах. Забойное давление с дискретностью замера 21 с фиксировалось глубинным электронным манометром фирмы Kuster, установленным в фильтре под пульсатором (рис. 4).

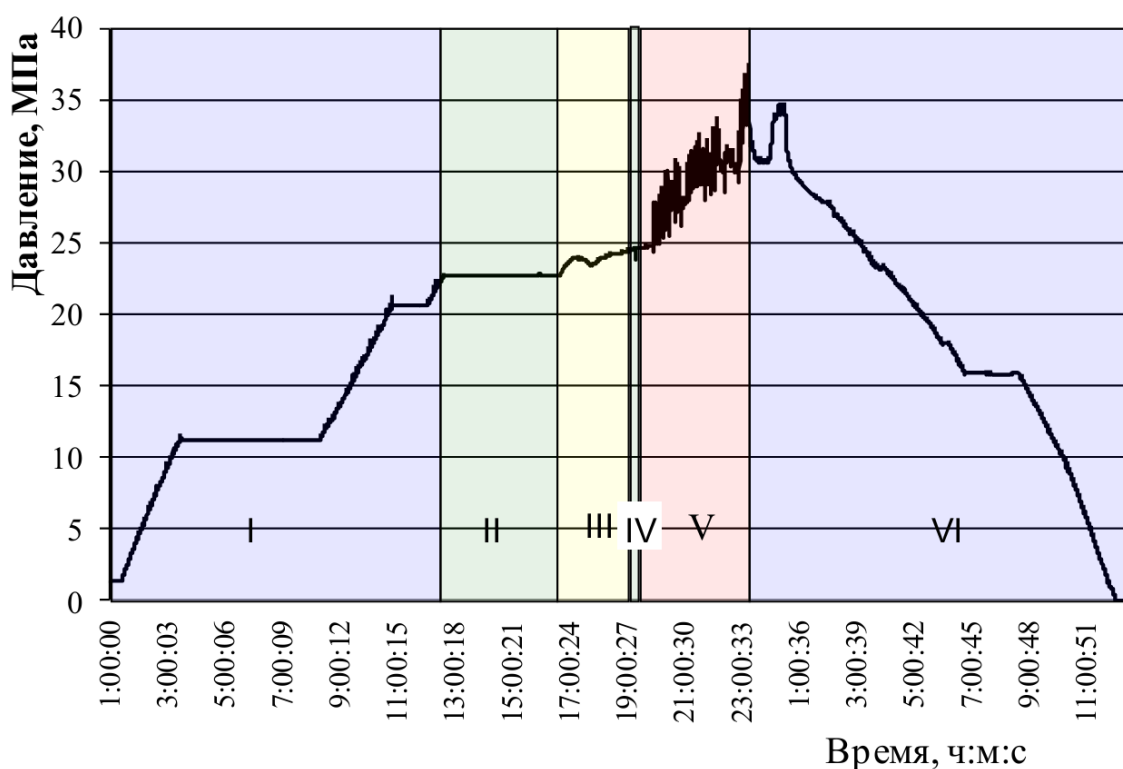


Рис. 4. Динамика забойного давления при закачке ВИС в скважину 45 Дубровского месторождения без пульсаций (участок III) и в пульсационном (участок V) режиме:

участки I и VI – соответственно спуск и подъем компоновки;
II и IV – подготовительные работы

Как видно из рис. 4, при закачке в пласт ВИС в режиме без пульсаций (участок III на рис. 4) забойное давление стабилизировалось на уровне 24-25 МПа, при последующей закачке ВИС в пульсационном режиме давление поднялось до 38 МПа (участок V на рис. 4). Приведенные данные свидетельствуют о том, что при пульсационном режиме закачки в пластовых условиях происходит активация процессов массообмена между растворами «Лигнопол» и CaCl_2 .

Эффективность предложенной технологии подтверждается сравнением показателей ВИР, выполненных в однотипных геолого-технических условиях –

скважины 45 (комплексная технология) и 43 (стандартная технология) Дубровско-го месторождения; новая технология по сравнению со стандартной не только повышает эффективность ВИР, но и снижает расход ВИС в 2-3 раза [3].

В заключение необходимо отметить – в современных условиях состояния разработки и ресурсной базы большинства нефтяных месторождений Республики Беларусь обеспечение высоких технико-экономических показателей ВИР невозможно без внедрения новых, отвечающих современным требованиям технологий и подходов. Накопленный научный потенциал и опыт работ, а также современное лабораторное и испытательное оборудование позволяют специалистам БелНИПИ-нефть оперативно и успешно решать задачи в области изоляции водопритока в добывающих скважинах Республики Беларусь. В настоящее время уже проходят опытно-промысловые испытания ВИС следующего поколения на основе химреагентов «ОВП-2» и различных видов ПАА, а также колтюбинговые технологии ВИР.

Литература

1. Белоненко В.Н. Исследование влияния упругих возмущений на фильтрационно-емкостные характеристики образцов горных пород месторождения Баты-Раман, Турция // Нефтепромысловое дело. 2001. № 3. С. 19 - 24.

2. Бриллиант Л.С., Козлов А.И. Совершенствование технологии ограничения водопритока в скважинах Самотлорского месторождения // Нефтяное хозяйство. 2000. № 9. С. 72 - 75.

3. Лымарь И.В., Гулевич В.В., Демяненко Н.А., Макаревич А.В., Пысенков В.Г. Современные технологии ограничения водопритока, применяемые в нефтяных залежах месторождений Республики Беларусь // Сборник трудов конференции Geopetrol-2008 (16-20 сентября 2008 г.). Краков, 2008. С. 745 - 752.

4. Лымарь И.В., Демяненко Н.А., Пысенков В.Г., Пирожков В.В. Анализ проведения ремонтно-изоляционных работ на нефтяных месторождениях РУП «ПО «БЕЛОРУСНЕФТЬ» с использованием составов на основе «АКОР-БН102» // Интервал. 2007. № 8. С. 32 - 37.

5. Лымарь И.В., Демяненко Н.А., Пысенков В.Г., Пирожков В.В. Проблемы и пути совершенствования технологий ремонтно-изоляционных работ на нефтяных месторождениях РУП «ПО «БЕЛОРУСНЕФТЬ» // Интервал. 2006. № 6. С. 18 - 24.

6. Лымарь И.В., Демяненко Н.А., Родионов В.И., Пирожков В.В., Петренко И.Л. Разработка оборудования и технологии закачки тампонажных составов в пласт при РИР в пульсационном режиме // Сборник научных трудов БелНИПИ-нефть, Т. 2. Гомель, 2003. С. 96 - 107.

7. Лымарь И.В., Пирожков В.В., Пысенков В.Г., Демяненко Н.А. Совершенствование технологий водоизоляционных работ на нефтяных месторождениях

РУП «ПО «БЕЛОРУСНЕФТЬ» // Эффективные пути поисков, разведки и разработки залежей нефти Беларуси: материалы научно-практической конференции (4-6 октября 2006 г.). Гомель: «ПО «БЕЛОРУСНЕФТЬ», 2007. С. 511 - 520.

8. Макаревич А.В., Пысенков В.Г., Лымарь И.В. и др. Реагент «ОВП-1» – Применение в технологиях ограничения водопритока и повышения нефтеотдачи пластов // Нефтепромысловое дело. 2008. № 2. С. 26 - 30.

9. Пат. 9460 Республика Беларусь, МПК Е 21В 43/25, Е 21В 28/00. Вибратор / Демяненко Н.А., Родионов В.И., Гавриленко А.И., Лымарь И.В., Абелев Е.М; Заявитель и патентообладатель Республиканское унитарное предприятие “Производственное объединение “Белоруснефть”. № 20040432; заявл. 2005.12.30; опубл. 2007.06.30.

10. Пат. 9583 Республика Беларусь, МПК Е 21В 33/138. Полимерный состав для ограничения притока вод в скважину / Безруков С.В., Дегтяренко Н.Н., Пинчук Л.С., Демяненко Н.А., Макаревич А.В., Лымарь И.В.; Заявитель и патентообладатель Республиканское унитарное предприятие “Производственное объединение “Белоруснефть”. – № 20040329; заявл. 2005.12.30; опубл. 2007.08.30.

11. Строганов В.М., Мочульский В.М., Строганов А.М. «АКОР БН» – кремнийорганические тампонажные материалы // Нефтяное хозяйство. 2000. № 5. С. 49 - 53.

REVIEW OF NEW WATER SHUT-OFF TECHNOLOGIES IMPLEMENTED ON THE OIL FIELDS OF THE REPUBLIC OF BELARUS

I.V. Lymar

*Belarusian scientific-research and design institute of oil (BelNIPIneft),
Gomel, Republic of Belarus, e-mail: Lymarig@gmail.com*

Abstract. *A brief review of new water shut-off technologies developed by BelNIPIneft and tested on the oil field wells in the Republic of Belarus. The results of pilot testing of water shut-off compositions based on chemical agents "GPAN", "OVP-1" and "AKOR-BN102" are being discussed as well as new method of selective water shut-off and integrally designed technology. It is demonstrated that application of developed technologies allows significant increase of technical-economical performance of water shut-off works.*

Keywords: *water shut-off works, water shut-off compositions, plugging material, selective shut-off, integrally designed technology, technical-economical performance*

References

1. Belonenko V.N. Issledovanie vliyaniya uprugikh vozmushchenii na filtratsionno-emkostnye kharakteristiki obraztsov gornyx porod mestorozhdeniya Baty-Raman, Turtsiya (Investigation of the effect of elastic disturbances to reservoir properties of rock samples from Bati Raman deposit, Turkey), *Neftepromyslovoe delo*, 2001, Issue 3, pp. 19 - 24.
2. Brilliant L.S., Kozlov A.I., Ruchkin A.A., Osipov M.L., Sharifullin F.A., Tsykin I.V. Sovershenstvovanie tekhnologii ogranicheniya vodopritoka v skvazhinakh Samotlorskogo mestorozhdeniya (Improvement water shut off technology in wells of Samotlor oilfield), *Neftyanoe Khozyaistvo - Oil Industry*, 2000, Issue 9, pp. 72 - 75.
3. Lymar I.V., Gulevich V.V., Demyanenko N.A., Makarevich A.V., Pysenkov V.G. Sovremennye tekhnologii ogranicheniya vodopritoka, primenyaemye v neftnykh zalezhakh mestorozhdenii Respubliki Belarus (Modern water shut-off technologies, used in oil fields of Belarus), *Proceedings of scientific conference GEOPETROL-2008 (16-20 september 2008)*. Krakov, 2008. PP. 745 - 752.
4. Lymar I.V., Demyanenko N.A., Pysenkov V.G., Pirozhkov V.V. Analiz provedeniya remontno-izolyatsionnykh rabot na neftnykh mestorozhdeniyakh RUP "PO "BELORUSNEFT" s ispol'zovaniem sostavov na osnove "AKOR-BN102" (Analysis of remedial cementing in the oil fields BELORUSNEFT with the use of compositions based on "AKOR-BN102", *Interval*, 2007, Issue 8, pp. 32 - 37.
5. Lymar I.V., Demyanenko N.A., Pysenkov V.G., Pirozhkov V.V. Problemy i puti sovershenstvovaniya tekhnologii remontno-izolyatsionnykh rabot na neftnykh mestorozhdeniyakh RUP "PO "BELORUSNEFT" (Problems and the ways improving the technology of remedial cementing in the oil fields BELORUSNEFT"), *Interval*, 2006, Issue 6, pp. 18-24.

6. Lymar I.V., Demyanenko N.A., Rodionov V.I., Pirozhkov V.V., Petrenko I.L. Razrabotka oborudovaniya i tekhnologii zakachki tamponazhnykh sostavov v plast pri RIR v pul'satsionnom rezhime (Development of equipment and technology of injection cementing slurry into the formation in the process of remedial cementing in the pulsating mode), *Sbornik nauchnykh trudov BelNIPIneft. Tom 2 (Collection of scientific works BelNIPIneft. Vol. 2)*. Gomel, 2003. PP. 96 - 107.

7. Lymar I.V., Pirozhkov V.V., Pysenkov V.G., Demyanenko N.A. Sovershenstvovanie tekhnologiy vodoizoliatsionnykh rabot na neftianyykh mestorozhdeniyakh RUP "PO "BELORUSNEFT" (Improvement of technologies water shutoff works in the oil fields of BELORUSNEFT), *Effektivnye puti poiskov, razvedki i razrabotki zalezhei nefli Belarusi: materialy nauchno-prakticheskoi konferentsii (Proceedings of the conference "Efficient ways of prospecting, exploration and development of oil deposits in Belarus")*, 4-6 october 2006. Gomel: BELORUSNEFT, 2007. PP. 511-520.

8. Makarevich A.V., Pysenkov V.G., Lymar' I.V. et al. Reagent «OVP-1» – primeneniye v tekhnologiyakh ogranicheniya vodopritoka i povysheniya nefteotdachi plastov (Reagent "ORP-1" – application in water shut-off technology and enhanced oil recovery), *Neftepromyslovoe delo*, 2008, Issue 2, pp. 26 - 30.

9. Patent 9460 Republic of Belarus, IPC E 21B 43/25, E 21B 28/00. Vibrator / Demyanenko N.A., Rodionov V.I., Gavrilenko A.I., Lymar I.V., Abelev E.M. Appl. 2005.12.30. Publ. 2007.06.30.

10. Patent 9583 Republic of Belarus, IPC E 21B 33/138. The polymer composition to limit the inflow of water into the well / Bezrukov S.V., Degtyarenko N.N., Pynchuk L.S., Demyanenko N.A., Makarevich A.V., Lymar I.V. Appl. 2005.12.30. Publ. 2007.08.30.

11. Stroganov V.M., Mochul'skii V.M., Stroganov A.M. «AKOR BN» – krem-niorganicheskie tamponazhnye materialy ("AKOR BN" – a silicon-organic plugging materials), *Neftyanoe Khozyaistvo - Oil Industry*, 2000, Issue 5, pp. 49 - 53. .